アナログ電子回路

授業開始までしばらくお待ちください。

授業の受講に関して

- 講義資料（スライド等）は Google drive に置く。授業前には虫喰い状態のスライドのみを提供するが、授業後に穴埋め版を uncovered フォルダに置くので復習に活用されたい。
  `https://drive.google.com/drive/folders/1yzIsRZsVGFErhnfzn8Hycsn6nRPNCczn`
- 授業の録画も同じところに置く。
- ミニレポートは**Google Forms** (`https://forms.gle/MpUmErDi6qk8GSUC6`) に提出。

授業の進め方

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

- 出席は UNIPA で取るが、出席そのものは評価せず。極論するとテストのみ出席で他は全欠席でも A 評価はあり得る。なお、**不正出席をした場合は 21 点の減点**とする。
- 基本的には**中間演習**と**期末試験**で評価。
- 毎回ミニレポートを課す。出す者は提出期間を厳守すること。
- 試験の不合格者は**毎回のミニレポート**と**出席**で少し救済する。
  (**しっかりした内容の**ミニレポートを概ね 9 割以上提出し、かつ UNIPA で 8 割以上遅刻せず出席していた場合最大 10 点程度の救済。提出数や出席数が少ない場合は救済幅が縮小する。いずれかが 7 割を下回ったら一切救済しない。締め切り後の提出は認めない。)
- スライド穴埋め版はその回の授業終了後に公開。
- **授業中に**スライドの誤りを見つけて指摘してくれた者には、誤り一箇所につき先着一名様限り 100 点満点 1 点相当の加点を行う。(ただしごく軽微なものなど、内容によっては加点しない場合もあり。)

2025

S 科アナログ電子回路

Analog Electronics

『周波数特性 1 ～低域編～』

小林裕之

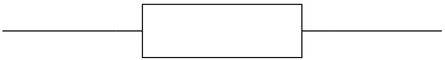
大阪工業大学 RD 学部システムデザイン工学科

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

10 of 14

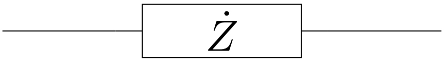
a LaTeX + Beamer slideshow

インピーダンスの復習



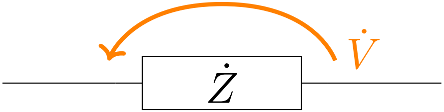
- 『　　　　　　　　　　　』の素子(や回路)に、
- 『　　　　　　　』がかかっており、
- 『　　　　　　　』が流れている。

インピーダンスの復習



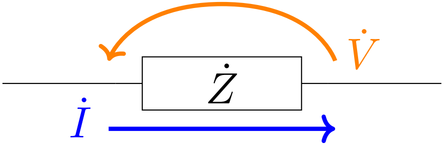
- 『複素インピーダンス $\dot{Z}$』の素子 (や回路) に、
- 『　　　　　　　　』がかかっており、
- 『　　　　　　　　』が流れている。

インピーダンスの復習



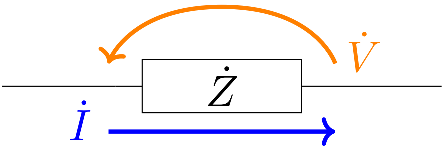
- 『複素インピーダンス $\dot{Z}$ 』の素子 (や回路) に、
- 『複素電圧 $\dot{V}$ 』がかかっており、
- 『　　　　　　　』が流れている。

インピーダンスの復習



- 『複素インピーダンス $\dot{Z}$ 』の素子 (や回路) に、
- 『複素電圧 $\dot{V}$ 』がかかっており、
- 『複素電流 $\dot{I}$ 』が流れている。

インピーダンスの復習



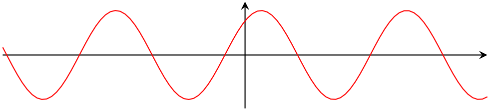
- 『複素インピーダンス $\dot{Z}$ 』の素子 (や回路) に、
- 『複素電圧 $\dot{V}$ 』がかかっており、
- 『複素電流 $\dot{I}$ 』が流れている。

$$\dot{V} = \dot{Z}\dot{I}$$

フェーザ（複素静止ベクトル）の考え方

考え方というか、むしろこう考えるとすべてがウマいことといってしまうというすごい秘策

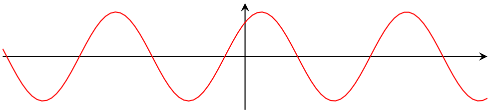
OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY



$$v(t) = \sqrt{2}V_e \sin(\omega t + \theta)$$

フェーザ（複素静止ベクトル）の考え方

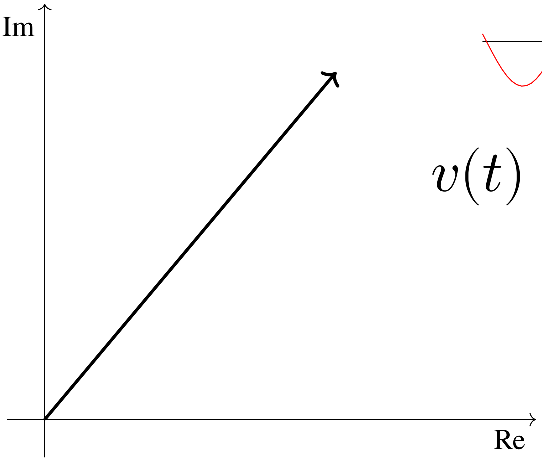
考え方というか、むしろこう考えるとすべてがウマいことといってしまうというすごい秘策

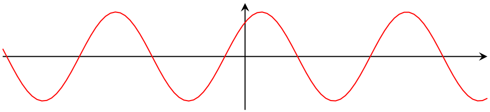


$$v(t) = \sqrt{2}V_e \sin(\omega t + \theta)$$

フェーザ（複素静止ベクトル）の考え方

考え方というか、むしろこう考えるとすべてがウマいことといってしまうというすごい秘策

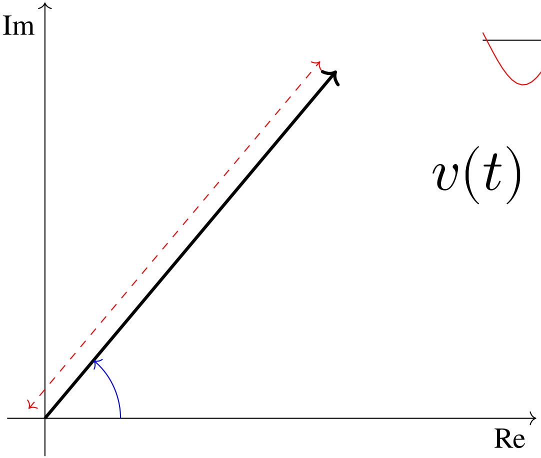


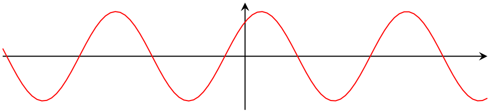


$$v(t) = \sqrt{2}V_e \sin(\omega t + \theta)$$

フェーザ（複素静止ベクトル）の考え方

考え方というか、むしろこう考えるとすべてがウマいことといってしまうというすごい秘策

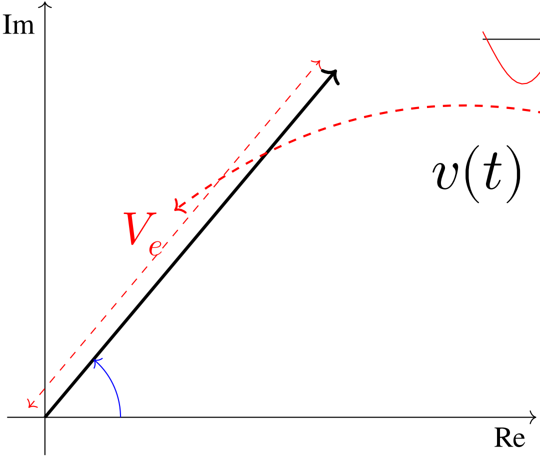


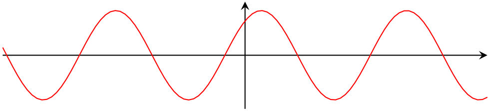


$$v(t) = \sqrt{2}V_e \sin(\omega t + \theta)$$

フェーザ（複素静止ベクトル）の考え方

考え方というか、むしろこう考えるとすべてがウマいことといってしまうというすごい秘策

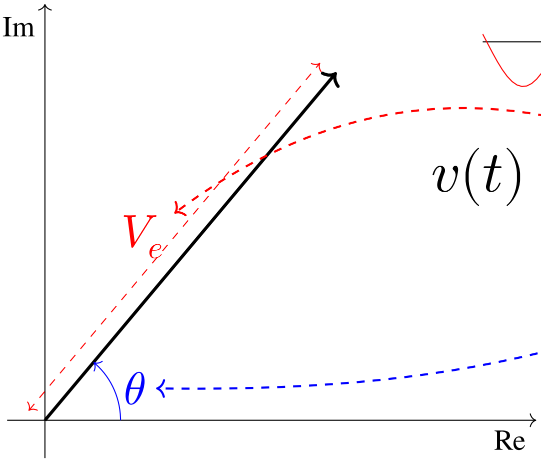


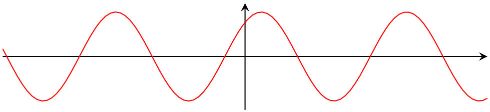


$$v(t) = \sqrt{2}V_e \sin(\omega t + \theta)$$

フェーザ（複素静止ベクトル）の考え方

考え方というか、むしろこう考えるとすべてがウマいことといってしまうというすごい秘策

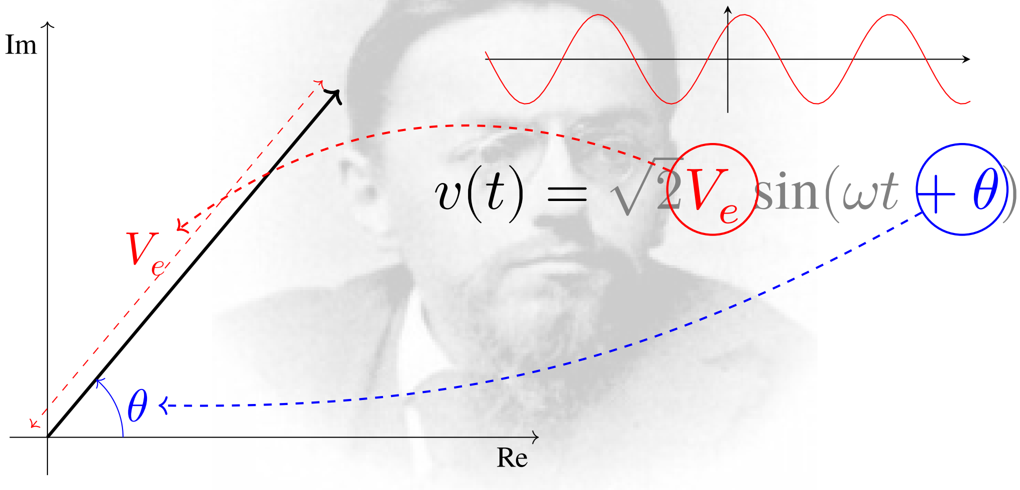




$$v(t) = \sqrt{2}V_e \sin(\omega t + \theta)$$

フェーザ（複素静止ベクトル）の考え方

考え方というか、むしろこう考えるとすべてがウマいことといってしまうというすごい秘策



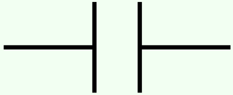
$$v(t) = \sqrt{2}V_e \sin(\omega t + \theta)$$

img src=ja.wikipedia.org

キャパシタとインダクタ

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

キャパシタの複素リアクタンス (複素インピーダンス)



$$\dot{X}_C =$$

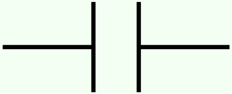
インダクタの複素リアクタンス (複素インピーダンス)

$$\dot{X}_L =$$

になっている！→

キャパシタとインダクタ

キャパシタの複素リアクタンス (複素インピーダンス)



$$\dot{X}_C = \frac{1}{j\omega C}$$

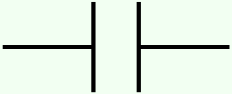
インダクタの複素リアクタンス (複素インピーダンス)

$$\dot{X}_L =$$

になっている！→

キャパシタとインダクタ

キャパシタの複素リアクタンス (複素インピーダンス)



$$\dot{X}_C = \frac{1}{j\omega C}$$

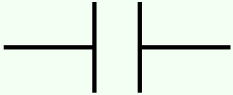
インダクタの複素リアクタンス (複素インピーダンス)

$$\dot{X}_L = j\omega L$$

になっている！→

キャパシタとインダクタ

キャパシタの複素リアクタンス (複素インピーダンス)



$$\dot{X}_C = \frac{1}{j\omega C}$$

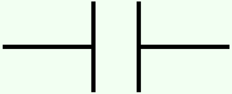
インダクタの複素リアクタンス (複素インピーダンス)

$$\dot{X}_L = j\omega L$$

ω **の関数**になっている！→

キャパシタとインダクタ

キャパシタの複素リアクタンス (複素インピーダンス)



$$\dot{X}_C = \frac{1}{j\omega C}$$

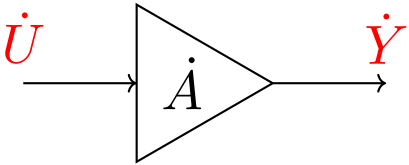
インダクタの複素リアクタンス (複素インピーダンス)

$$\dot{X}_L = j\omega L$$

ω **の関数**になっている！→実は一般の $\dot{Z}$ も然り

周波数特性

以降、いろいろ複素なんとかで考えます。



- 入力 (複素) 電位: $\dot{U}$
- 出力 (複素) 電位: $\dot{Y}$
- 電圧利得: $\dot{A} =$

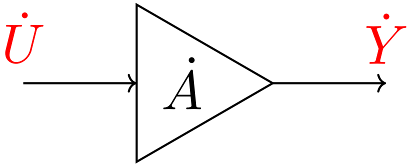
$$\dot{A} \quad \left\{ \phantom{\begin{matrix} \\ \\ \\ \end{matrix}} \right.$$

がある。(ω の関数になっている。)

周波数特性

以降、いろいろ複素なんとかで考えます。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY



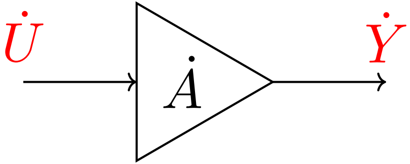
- 入力 (複素) 電位: $\dot{U}$
- 出力 (複素) 電位: $\dot{Y}$
- 電圧利得: $\dot{A} = \dot{Y}/\dot{U}$

$\dot{A}$ $\Bigg\{$

がある。(ω の関数になっている。)

周波数特性

以降、いろいろ複素なんとかで考えます。



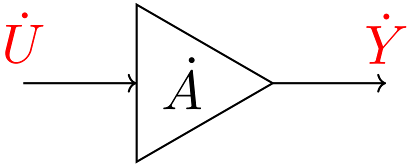
- 入力 (複素) 電位: $\dot{U}$
- 出力 (複素) 電位: $\dot{Y}$
- 電圧利得: $\dot{A} = \dot{Y}/\dot{U}$

$$\dot{A} \quad \left\{ \begin{array}{l} \left|\dot{A} \quad \right| \\ \\ \end{array} \right.$$

がある。(ω の関数になっている。)

周波数特性

以降、いろいろ複素なんとかで考えます。



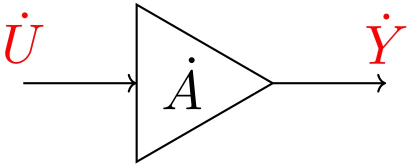
- 入力 (複素) 電位: $\dot{U}$
- 出力 (複素) 電位: $\dot{Y}$
- 電圧利得: $\dot{A} = \dot{Y}/\dot{U}$

$$\dot{A} \quad \begin{cases} \left|\dot{A} \quad\right| & \text{振幅特性 (単にゲインとも。)} \\ & \end{cases}$$

があある。(ω の関数になっている。)

周波数特性

以降、いろいろ複素なんとかで考えます。



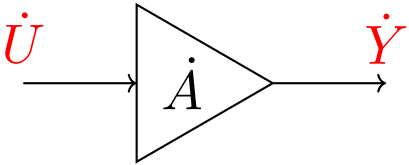
- 入力 (複素) 電位: $\dot{U}$
- 出力 (複素) 電位: $\dot{Y}$
- 電圧利得: $\dot{A} = \dot{Y}/\dot{U}$

$$\dot{A} \quad \begin{cases} |\dot{A}| & \text{振幅特性 (単にゲインとも。)} \\ \angle\dot{A} & \end{cases}$$

がある。(ω の関数になっている。)

周波数特性

以降、いろいろ複素なんとかで考えます。



- 入力 (複素) 電位: $\dot{U}$
- 出力 (複素) 電位: $\dot{Y}$
- 電圧利得: $\dot{A} = \dot{Y}/\dot{U}$

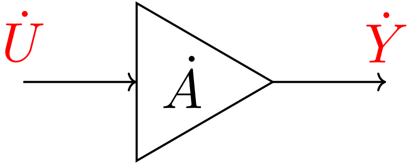
$$\dot{A} \quad \begin{cases} |\dot{A}| & \text{振幅特性 (単にゲインとも。)} \\ \angle \dot{A} & \text{位相特性(}\arg \dot{A}\text{と書くことも。)} \end{cases}$$

がある。(ω の関数になっている。)

周波数特性

以降、いろいろ複素なんとかで考えます。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY



- 入力 (複素) 電位: $\dot{U}$
- 出力 (複素) 電位: $\dot{Y}$
- 電圧利得: $\dot{A} = \dot{Y}/\dot{U}$

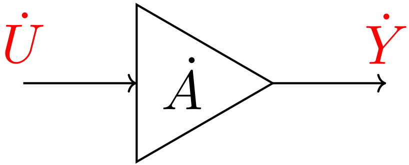
$$\dot{A} \quad \begin{cases} |\dot{A}| & \text{振幅特性 (単にゲインとも。)} \\ \angle\dot{A} & \text{位相特性(arg } \dot{A} \text{ と書くことも。)} \end{cases}$$

周波数特性 がある。(ω の関数になっている。)

周波数特性

以降、いろいろ複素なんとかで考えます。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY



- 入力 (複素) 電位: $\dot{U}$
- 出力 (複素) 電位: $\dot{Y}$
- 電圧利得: $\dot{A} = \dot{Y}/\dot{U}$

$$\dot{A}(\omega)\begin{cases} \left|\dot{A}(\omega)\right| & \text{振幅特性 (単にゲインとも。)} \\ \angle\dot{A}(\omega) & \text{位相特性}(\arg \dot{A}\text{と書くことも。}) \end{cases}$$

周波数特性 がある。(ω の関数になっている。)

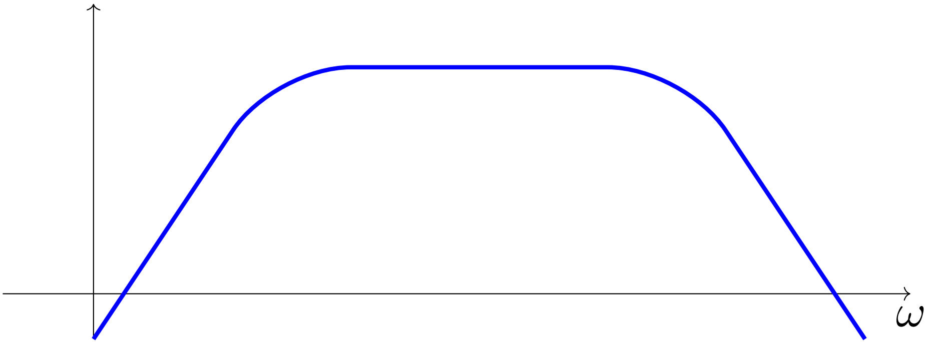
増幅回路の標準的な周波数特性 (ゲイン)

なんだかんだほとんどのものが多かれ少なかれこんな感じになります。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

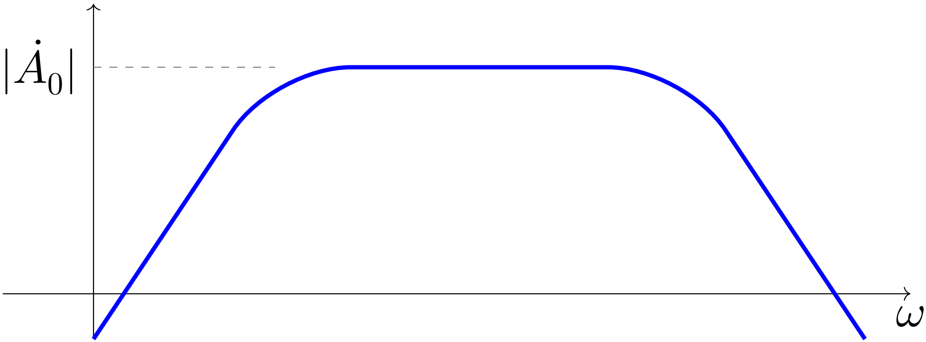
増幅回路の標準的な周波数特性 (ゲイン)

なんだかんだほとんどのものが多かれ少なかれこんな感じになります。



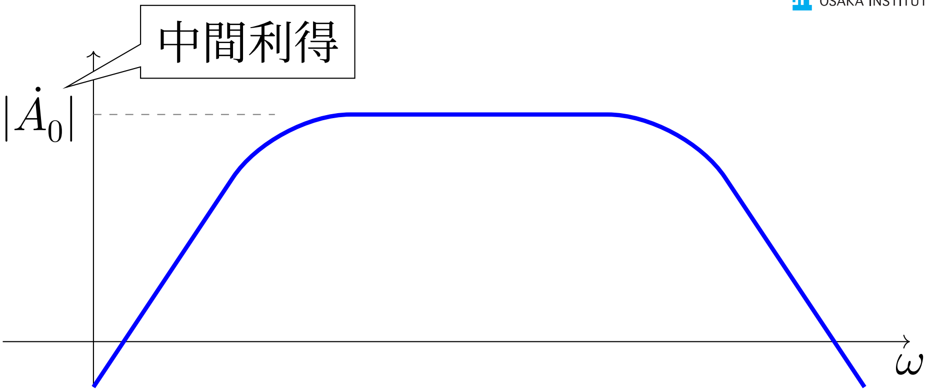
増幅回路の標準的な周波数特性 (ゲイン)

なんだかんだほとんどのものが多かれ少なかれこんな感じになります。



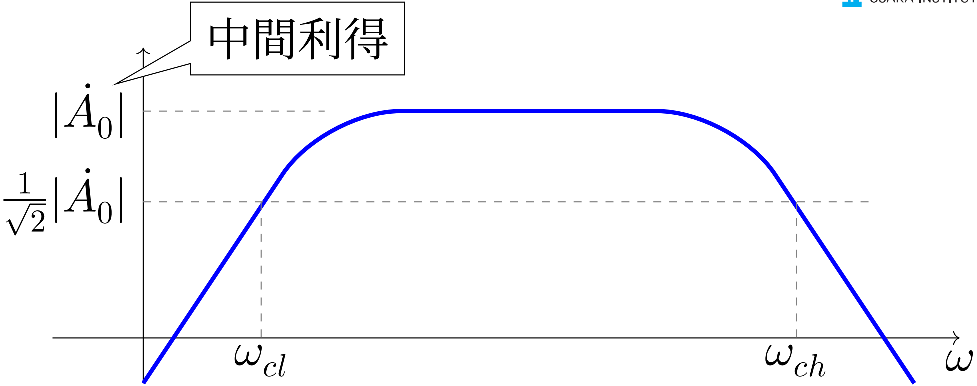
増幅回路の標準的な周波数特性 (ゲイン)

なんだかんだほとんどのものが多かれ少なかれこんな感じになります。



増幅回路の標準的な周波数特性 (ゲイン)

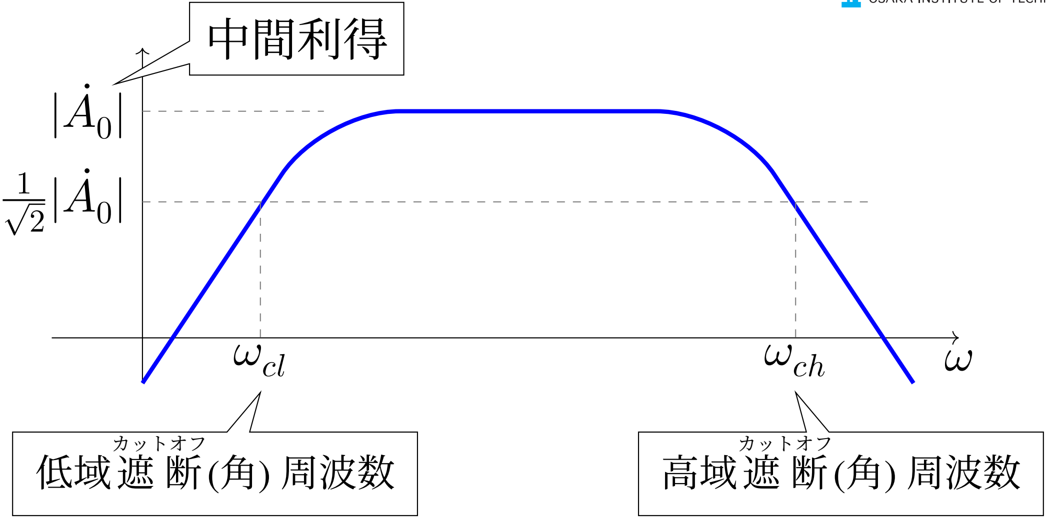
なんだかんだほとんどのものが多かれ少なかれこんな感じになります。



増幅回路の標準的な周波数特性 (ゲイン)

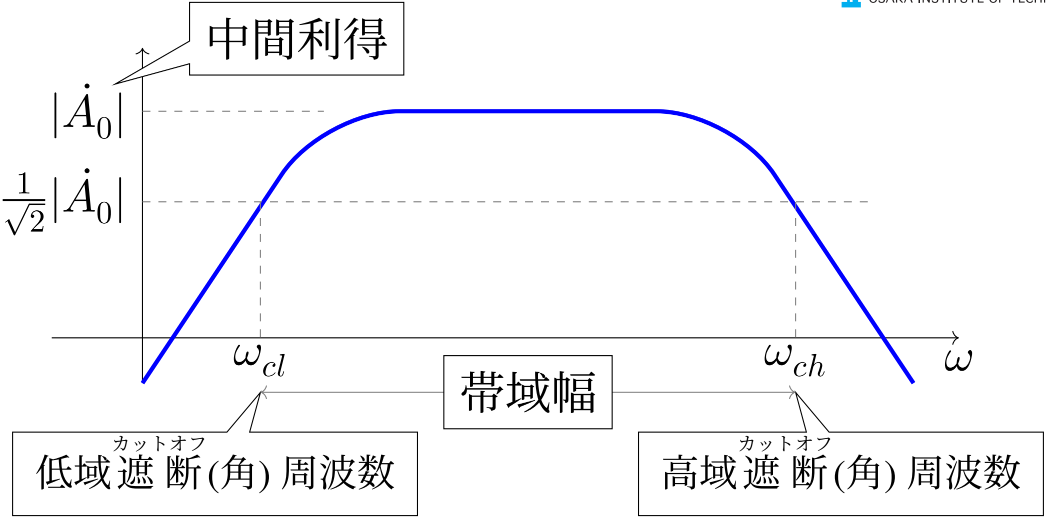
なんだかんだほとんどのものが多かれ少なかれこんな感じになります。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY



増幅回路の標準的な周波数特性 (ゲイン)

なんだかんだほとんどのものが多かれ少なかれこんな感じになります。

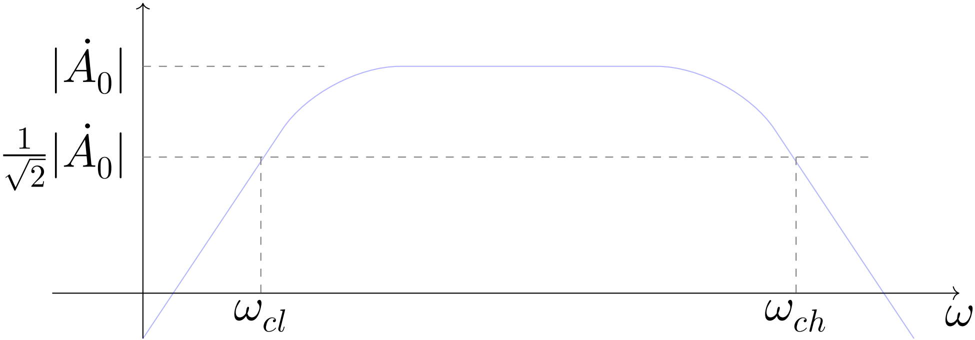


周波数特性の全体の方針

1. 今までの議論は実は**中間周波帯**:
   → いくつかある**キャパシタを無視**して考えてきた。
2. **低周波帯**では回路中に**無視できない容量**がある:
   → 入力部の結合容量も小信号モデルに取り込む。
3. **高周波帯**ではトランジスタ内に**無視できない容量**がある:
   → トランジスタのモデルに寄生容量も取り込む。

低周波帯を考える際のモデル化の方法

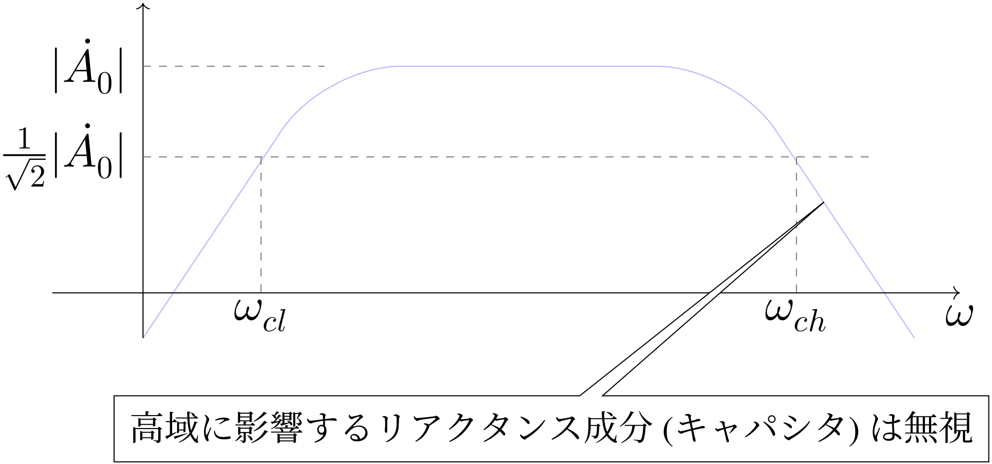
両方の遮断をいっぺんに考えるのは大変なので順番に処理する近似で行きます。



低周波帯を考える際のモデル化の方法

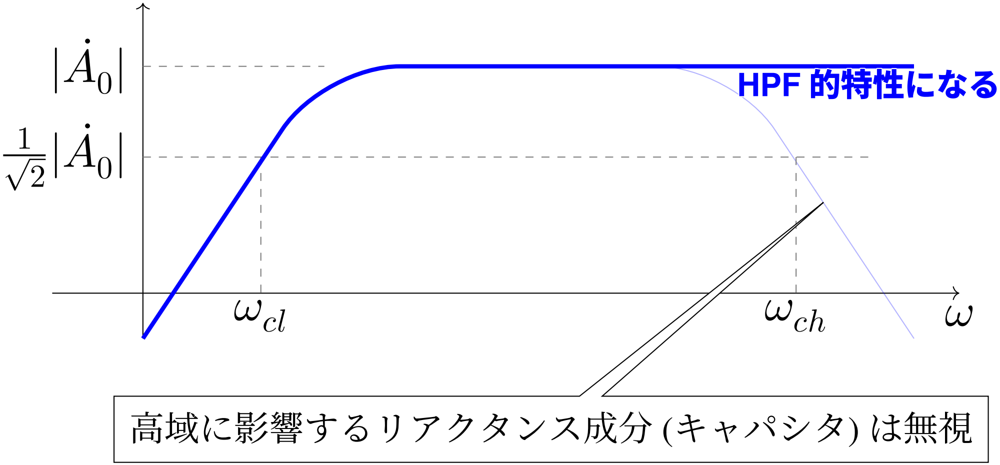
両方の遮断をいっぺんに考えるのは大変なので順番に処理する近似で行きます。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY



低周波帯を考える際のモデル化の方法

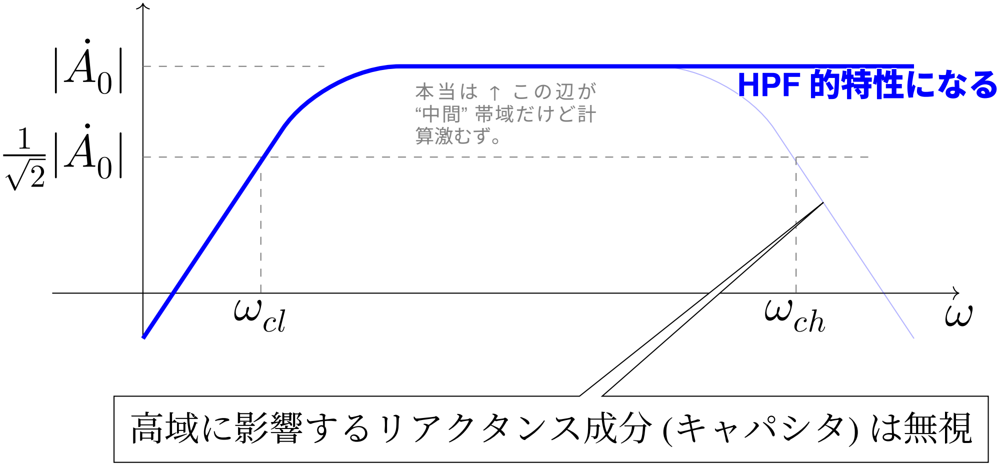
両方の遮断をいっぺんに考えるのは大変なので順番に処理する近似で行きます。



低周波帯を考える際のモデル化の方法

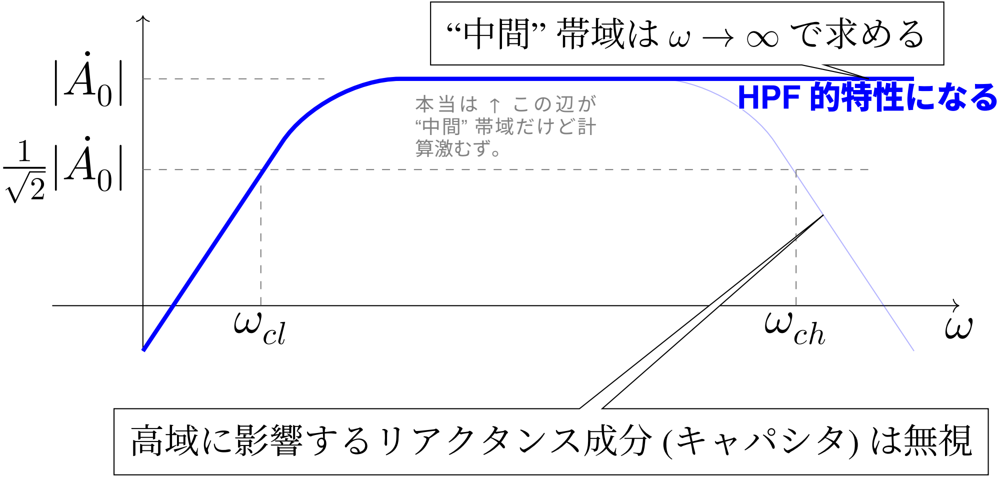
両方の遮断をいっぺんに考えるのは大変なので順番に処理する近似で行きます。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY



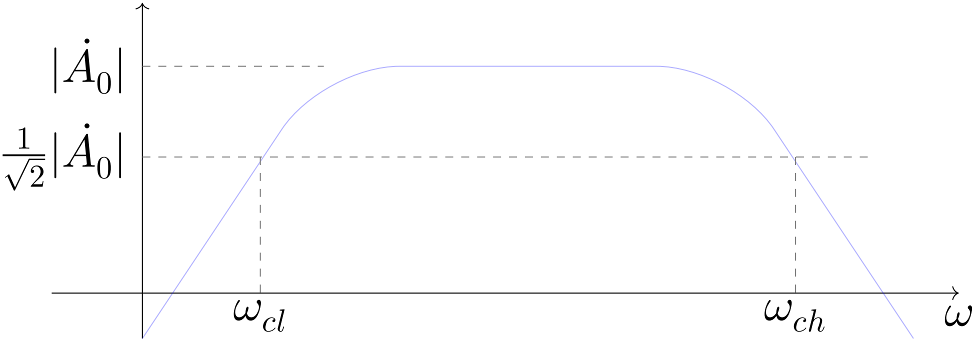
低周波帯を考える際のモデル化の方法

両方の遮断をいっぺんに考えるのは大変なので順番に処理する近似で行きます。



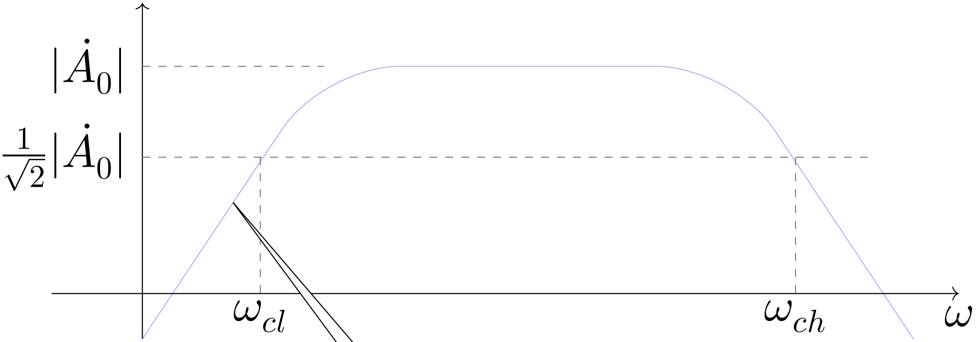
高周波帯を考える際のモデル化の方法
ようは前のページの逆

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY



高周波帯を考える際のモデル化の方法

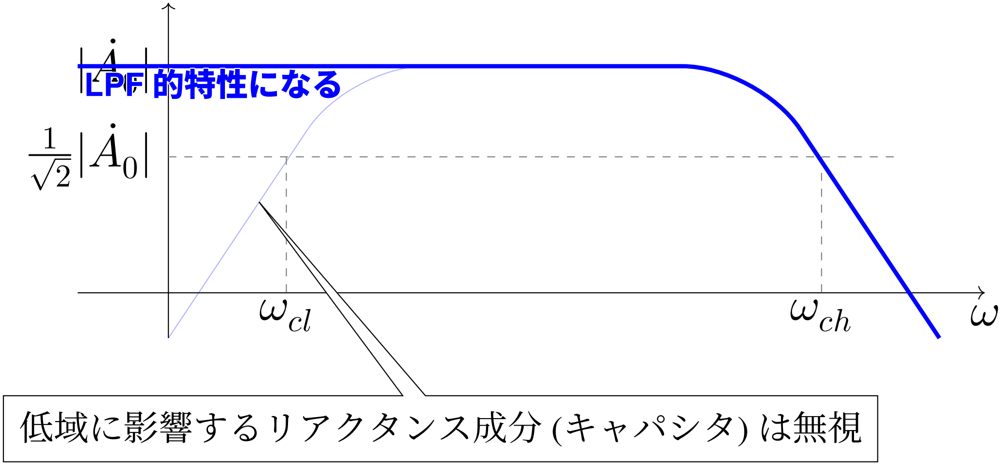
ようは前のページの逆



低域に影響するリアクタンス成分 (キャパシタ) は無視

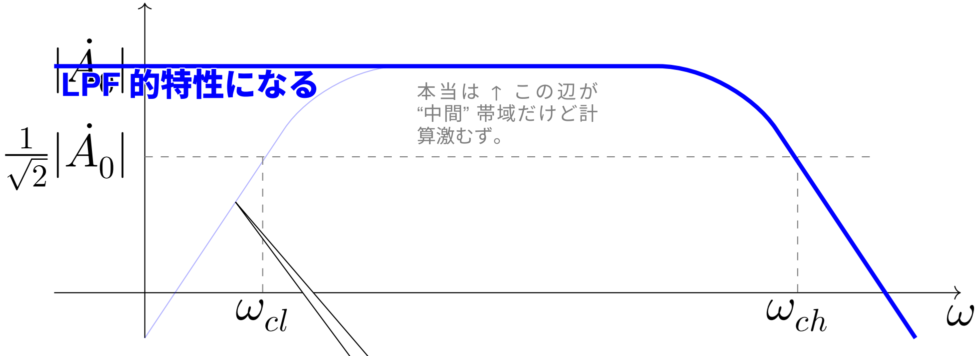
高周波帯を考える際のモデル化の方法

ようは前のページの逆



高周波帯を考える際のモデル化の方法

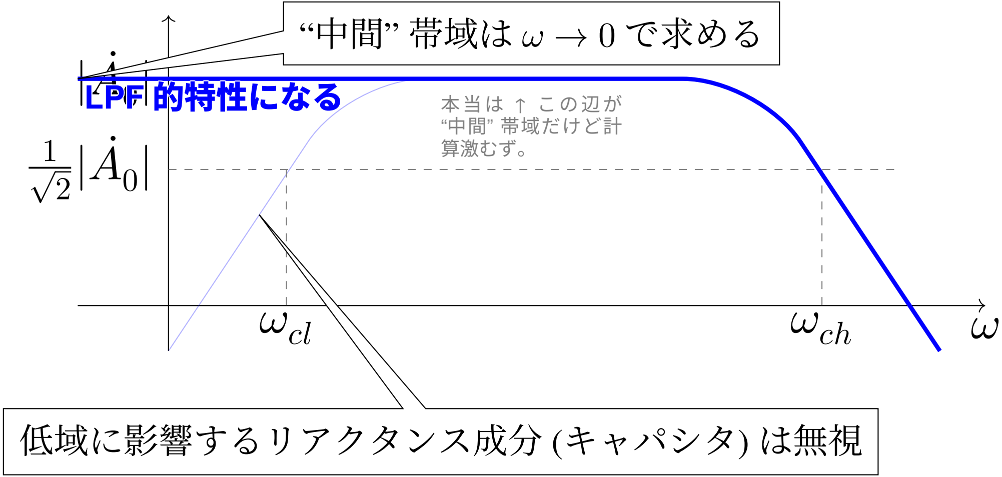
ようは前のページの逆



低域に影響するリアクタンス成分 (キャパシタ) は無視

高周波帯を考える際のモデル化の方法

ようは前のページの逆



実際の計算方法

フェーザで考えれば簡単。

1. 『複素電圧利得』とでもいうべきもの　　　　　　を求める。

実際の計算方法

フェーザで考えれば簡単。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1. 『複素電圧利得』とでもいうべきもの$\dot{A}_v(\omega) = \dot{V}_o/\dot{V}_i$を求める。

実際の計算方法

フェーザで考えれば簡単。

1. 『複素電圧利得』とでもいうべきもの$\dot{A}_v(\omega) = \dot{V}_o/\dot{V}_i$を求める。
2. ハイパス特性の場合は $\lim_{\omega\to\infty}$、ローパス特性の場合は $\lim_{\omega\to 0}$ として $\left|\dot{A}_v\right|$ を求める。→ (ハイパス・ローパス両方の特性が混ざっている場合、どちらから求めても同じ値になる。)

実際の計算方法

フェーザで考えれば簡単。

1. 『複素電圧利得』とでもいうべきもの$\dot{A}_v(\omega) = \dot{V}_o / \dot{V}_i$を求める。
2. ハイパス特性の場合は $\lim_{\omega\to\infty}$、ローパス特性の場合は $\lim_{\omega\to 0}$ として $\left|\dot{A}_v\right|$ を求める。→**中間帯域の電圧利得** (ハイパス・ローパス両方の特性が混ざっている場合、どちらから求めても同じ値になる。)

実際の計算方法

フェーザで考えれば簡単。

1. 『複素電圧利得』とでもいうべきもの$\dot{A}_v(\omega) = \dot{V}_o/\dot{V}_i$を求める。
2. ハイパス特性の場合は $\lim_{\omega\to\infty}$、ローパス特性の場合は $\lim_{\omega\to 0}$ として $\left|\dot{A}_v\right|$ を求める。→**中間帯域の電圧利得** (ハイパス・ローパス両方の特性が混ざっている場合、どちらから求めても同じ値になる。)
3. $\dfrac{\left|\dot{A}_v(\omega_c)\right|}{\left|\dot{A}_v\right|} = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$ となる ω_c を求める。→

実際の計算方法

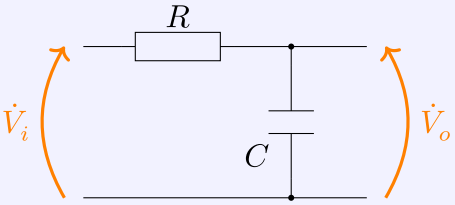
フェーザで考えれば簡単。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

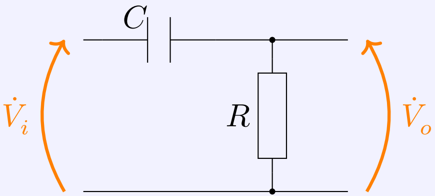
1. 『複素電圧利得』とでもいうべきもの $\dot{A}_v(\omega) = \dot{V}_o / \dot{V}_i$ を求める。
2. ハイパス特性の場合は $\lim_{\omega \to \infty}$、ローパス特性の場合は $\lim_{\omega \to 0}$ として $\left|\dot{A}_v\right|$ を求める。→**中間帯域の電圧利得** (ハイパス・ローパス両方の特性が混ざっている場合、どちらから求めても同じ値になる。)
3. $\dfrac{\left|\dot{A}_v(\omega_c)\right|}{\left|\dot{A}_v\right|} = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$ となる ω_c を求める。→ **カットオフ角周波数**

練習問題 1: 簡単な回路の周波数特性

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

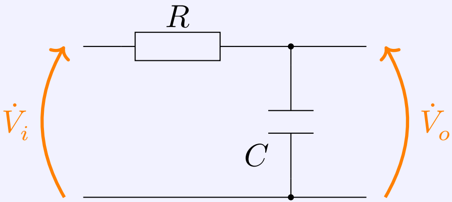


問: 図のような回路の中間帯域の電圧利得と高域遮断角周波数を求めよ。



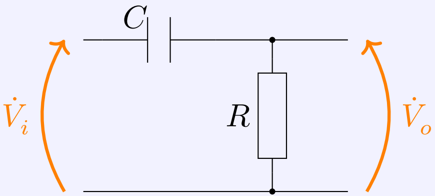
問: 図のような回路の中間帯域の電圧利得と低域遮断角周波数を求めよ。

練習問題 1: 簡単な回路の周波数特性



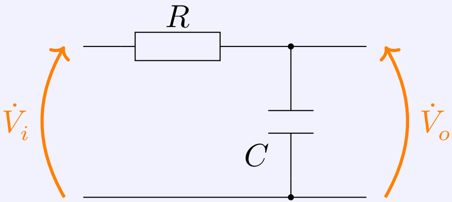
問: 図のような回路の中間帯域の電圧利得と高域遮断角周波数を求めよ。

答: $A_v = 1, \omega_{ch} = 1/CR$



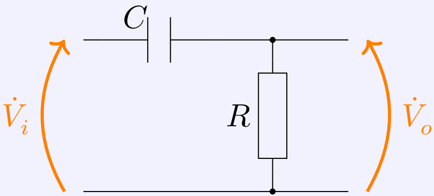
問: 図のような回路の中間帯域の電圧利得と低域遮断角周波数を求めよ。

練習問題 1: 簡単な回路の周波数特性



問: 図のような回路の中間帯域の電圧利得と高域遮断角周波数を求めよ。

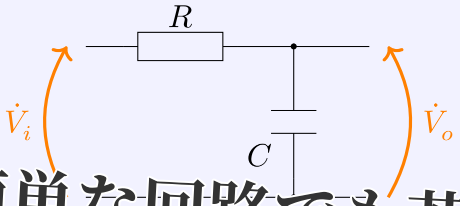
答: $A_v = 1, \omega_{ch} = 1/CR$



問: 図のような回路の中間帯域の電圧利得と低域遮断角周波数を求めよ。

答: $A_v = 1, \omega_{cl} = 1/CR$

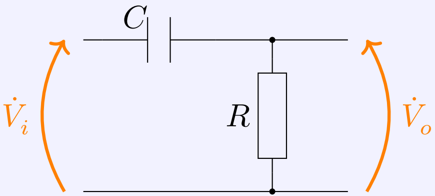
練習問題 1: 簡単な回路の周波数特性



問: 図のような回路の中間帯域の電圧利得と高域遮断角周波数を求めよ。

答: $A_v = 1, \omega_{ch} = 1/CR$

簡単な回路でも若干めんどくさい……。



問: 図のような回路の中間帯域の電圧利得と低域遮断角周波数を求めよ。

答: $A_v = 1, \omega_{cl} = 1/CR$

LPF, HPF の《標準形》

こうじゃないものに遭遇したら無理やりこれにする。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1次のローパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = \frac{\qquad}{\qquad}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を 1 にして、
- K で辻褄を合わせる。

1次のハイパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = \frac{\qquad}{\qquad}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を $j\omega T$ にして、
- K で辻褄を合わせる。

LPF, HPF の《標準形》

こうじゃないものに遭遇したら無理やりこれにする。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1 次のローパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = \frac{}{j\omega T + 1}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を 1 にして、
- K で辻褄を合わせる。

1 次のハイパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = \frac{}{}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を $j\omega T$ にして、
- K で辻褄を合わせる。

LPF, HPF の《標準形》

こうじゃないものに遭遇したら無理やりこれにする。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1 次のローパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = \frac{1}{j\omega T + 1}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を 1 にして、
- K で辻褄を合わせる。

1 次のハイパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = \frac{}{}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を $j\omega T$ にして、
- K で辻褄を合わせる。

LPF, HPF の《標準形》

こうじゃないものに遭遇したら無理やりこれにする。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1 次のローパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{1}{j\omega T + 1}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を 1 にして、
- K で辻褄を合わせる。

1 次のハイパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = \qquad \frac{\qquad}{\qquad}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を $j\omega T$ にして、
- K で辻褄を合わせる。

LPF, HPF の《標準形》

こうじゃないものに遭遇したら無理やりこれにする。

1 次のローパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{1}{j\omega T + 1}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を 1 にして、
- K で辻褄を合わせる。

1 次のハイパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = \frac{}{j\omega T + 1}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を $j\omega T$ にして、
- K で辻褄を合わせる。

LPF, HPF の《標準形》

こうじゃないものに遭遇したら無理やりこれにする。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1 次のローパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{1}{j\omega T + 1}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を 1 にして、
- K で辻褄を合わせる。

1 次のハイパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = \frac{j\omega T}{j\omega T + 1}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を $j\omega T$ にして、
- K で辻褄を合わせる。

LPF, HPF の《標準形》

こうじゃないものに遭遇したら無理やりこれにする。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1 次のローパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{1}{j\omega T + 1}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を 1 にして、
- K で辻褄を合わせる。

1 次のハイパス特性を持つシステム

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{j\omega T}{j\omega T + 1}$$

- 分母を $j\omega T + 1$ に、
- 分子を $j\omega T$ にして、
- K で辻褄を合わせる。

分数を整理

問: 次のゲイン特性を HPF か LPF かなんとも言えないか見極めた上で HPF か LPF であれば**標準形に書き直せ**。

$$\frac{a}{j\omega b + c},\quad \frac{j\omega a}{j\omega + b},\quad \frac{1}{1+\frac{a}{j\omega b+1}}$$

で、標準形とやらにして何が嬉しい？(次ページに続く)

分数を整理 → **分母に $j\omega$?**

問: 次のゲイン特性を HPF か LPF かなんとも言えないか見極めた上で HPF か LPF であれば**標準形に書き直せ**。

$$\frac{a}{j\omega b + c}, \quad \frac{j\omega a}{j\omega + b}, \quad \frac{1}{1 + \frac{a}{j\omega b + 1}}$$

で、標準形とやらにして何が嬉しい？(次ページに続く)

LPF, HPF 攻略法

1 次の特性であればこれでいい。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

分数を整理 → 分母に $j\omega$?

↓ N

1 次の LPF/HPF じゃないです……。

問: 次のゲイン特性を HPF か LPF かなんとも言えないか見極めた上で HPF か LPF であれば**標準形に書き直せ**。

$$\frac{a}{j\omega b + c}, \quad \frac{j\omega a}{j\omega + b}, \quad \frac{1}{1 + \frac{a}{j\omega b + 1}}$$

で、標準形とやらにして何が嬉しい？(次ページに続く)

LPF, HPF 攻略法

1 次の特性であればこれでいい。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

分数を整理 → **分母に $j\omega$?** → **分子に $j\omega$?**

分母に $j\omega$? ↓ N

1 次の LPF/HPF じゃないです……。

問: 次のゲイン特性を HPF か LPF かなんとも言えないか見極めた上で HPF か LPF であれば**標準形に書き直せ**。

$$\frac{a}{j\omega b + c},\quad \frac{j\omega a}{j\omega + b},\quad \frac{1}{1 + \frac{a}{j\omega b+1}}$$

で、標準形とやらにして何が嬉しい？(次ページに続く)

LPF, HPF 攻略法

1 次の特性であればこれでいい。

分数を整理 → **分母に $j\omega$?** → **分子に $j\omega$?** →(Y) **それは HPF** → $K\dfrac{j\omega T}{1+j\omega T}$

分母に $j\omega$? →(N) **1 次の LPF/HPF じゃないです……。**

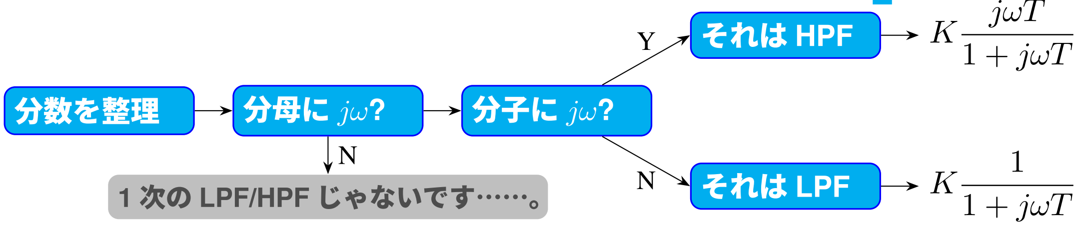
問: 次のゲイン特性を HPF か LPF かなんとも言えないか見極めた上で HPF か LPF であれば**標準形に書き直せ**。

$$\frac{a}{j\omega b+c},\quad \frac{j\omega a}{j\omega+b},\quad \frac{1}{1+\frac{a}{j\omega b+1}}$$

で、標準形とやらにして何が嬉しい？(次ページに続く)

LPF, HPF 攻略法

1 次の特性であればこれでいい。



問: 次のゲイン特性を HPF か LPF かなんとも言えないか見極めた上で HPF か LPF であれば**標準形に書き直せ**。

$$\frac{a}{j\omega b + c},\quad \frac{j\omega a}{j\omega + b},\quad \frac{1}{1+\frac{a}{j\omega b+1}}$$

で、標準形とやらにして何が嬉しい？(次ページに続く)

完全に丸暗記してしまうべきこと

理屈は簡単だが一度理解したら当然の事実として暗記してしまう方が楽。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1次のローパス特性を持つシステムの遮断周波数

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{1}{j\omega T + 1}$$

のカットオフ(角)周波数 ω_{ch} は

$$\omega_{ch} =$$

で、中間利得は

1次のハイパス特性を持つシステムの遮断周波数

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{j\omega T}{j\omega T + 1}$$

のカットオフ(角)周波数 ω_{cl} は

$$\omega_{cl} =$$

で、中間利得は

完全に丸暗記してしまうべきこと

理屈は簡単だが一度理解したら当然の事実として暗記してしまう方が楽。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1 次のローパス特性を持つシステムの遮断周波数

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{1}{j\omega T + 1}$$

のカットオフ (角) 周波数 ω_{ch} は

$$\omega_{ch} = 1/T$$

で、中間利得は

1 次のハイパス特性を持つシステムの遮断周波数

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{j\omega T}{j\omega T + 1}$$

のカットオフ (角) 周波数 ω_{cl} は

$$\omega_{cl} =$$

で、中間利得は

完全に丸暗記してしまうべきこと

理屈は簡単だが一度理解したら当然の事実として暗記してしまう方が楽。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1 次のローパス特性を持つシステムの遮断周波数

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{1}{j\omega T + 1}$$

のカットオフ (角) 周波数 ω_{ch} は

$$\omega_{ch} = 1/T$$

で、中間利得はK。

1 次のハイパス特性を持つシステムの遮断周波数

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{j\omega T}{j\omega T + 1}$$

のカットオフ (角) 周波数 ω_{cl} は

$$\omega_{cl} =$$

で、中間利得は

完全に丸暗記してしまうべきこと

理屈は簡単だが一度理解したら当然の事実として暗記してしまう方が楽。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1 次のローパス特性を持つシステムの遮断周波数

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{1}{j\omega T + 1}$$

のカットオフ (角) 周波数 ω_{ch} は

$$\omega_{ch} = 1/T$$

で、中間利得はK。

1 次のハイパス特性を持つシステムの遮断周波数

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{j\omega T}{j\omega T + 1}$$

のカットオフ (角) 周波数 ω_{cl} は

$$\omega_{cl} = 1/T$$

で、中間利得は

完全に丸暗記してしまうべきこと

理屈は簡単だが一度理解したら当然の事実として暗記してしまう方が楽。

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1 次のローパス特性を持つシステムの遮断周波数

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{1}{j\omega T + 1}$$

のカットオフ (角) 周波数 ω_{ch} は

$$\omega_{ch} = 1/T$$

で、中間利得はK。

1 次のハイパス特性を持つシステムの遮断周波数

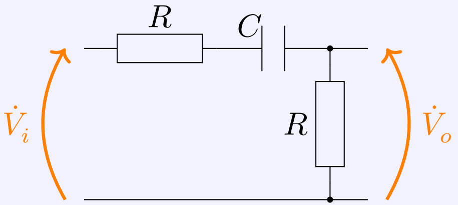
$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = K\frac{j\omega T}{j\omega T + 1}$$

のカットオフ (角) 周波数 ω_{cl} は

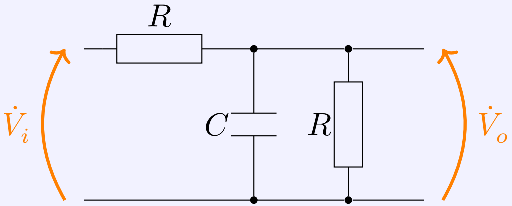
$$\omega_{cl} = 1/T$$

で、中間利得はK。

練習問題 1': 標準形で楽々

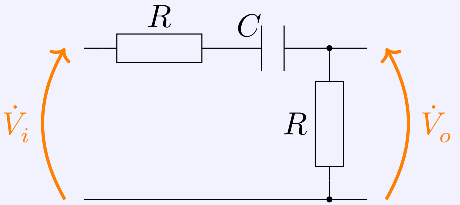


問: 左の回路は LPF か HPF か? また、中間帯域の電圧利得と遮断角周波数を求めよ。



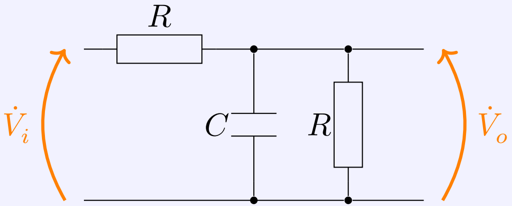
問: 左の回路は LPF か HPF か? また、中間帯域の電圧利得と遮断角周波数を求めよ。

練習問題 1': 標準形で楽々



問: 左の回路は LPF か HPF か? また、中間帯域の電圧利得と遮断角周波数を求めよ。

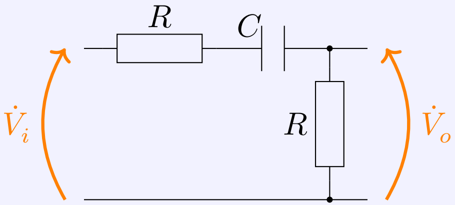
答: $A_v = 1/2, \omega_{cl} = 1/2CR$



問: 左の回路は LPF か HPF か? また、中間帯域の電圧利得と遮断角周波数を求めよ。

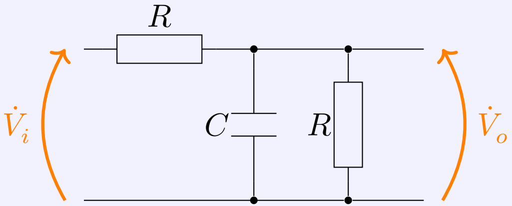
練習問題 1': 標準形で楽々

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY



問: 左の回路は LPF か HPF か? また、中間帯域の電圧利得と遮断角周波数を求めよ。

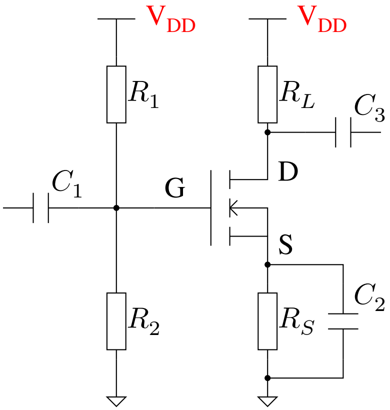
答: $A_v = 1/2, \omega_{cl} = 1/2CR$



問: 左の回路は LPF か HPF か? また、中間帯域の電圧利得と遮断角周波数を求めよ。

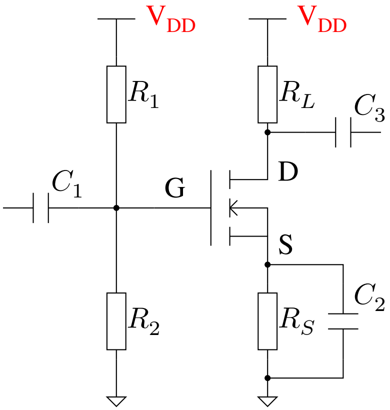
答: $A_v = 1/2, \omega_{ch} = 2/CR$

練習問題 2: ソース接地回路の入力結合容量の影響

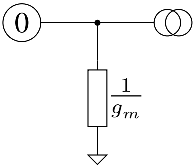


問: C_1 を無視しないで電圧利得（複素数）や遮断周波数を求めよ。C_2, C_3 は無視して良い。

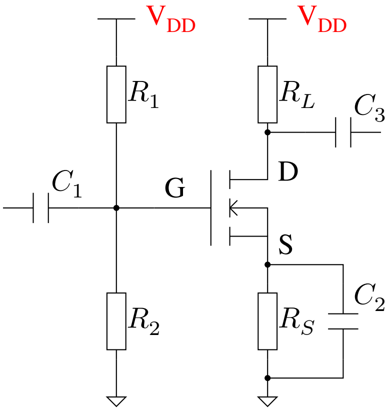
練習問題 2: ソース接地回路の入力結合容量の影響



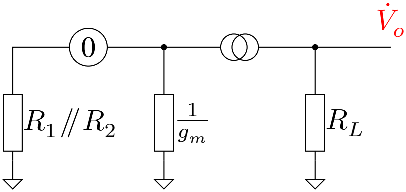
問: C_1 を無視しないで電圧利得（複素数）や遮断周波数を求めよ。C_2, C_3 は無視して良い。



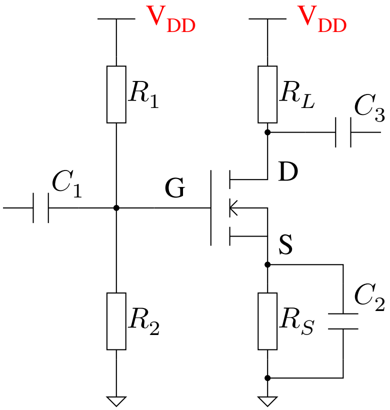
練習問題 2: ソース接地回路の入力結合容量の影響



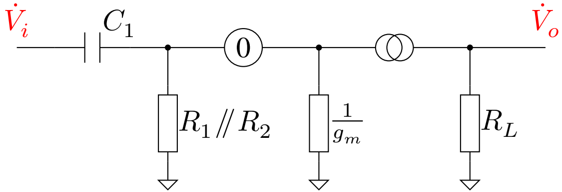
問: C_1 を無視しないで電圧利得（複素数）や遮断周波数を求めよ。C_2, C_3 は無視して良い。



練習問題 2: ソース接地回路の入力結合容量の影響



問: C_1 を無視しないで電圧利得（複素数）や遮断周波数を求めよ。C_2, C_3 は無視して良い。



練習問題 3

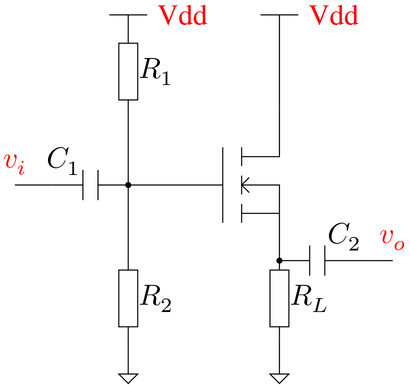
問: 次のゲイン特性を持つ回路の

1. 種類（LPF, HPF）
2. カットオフ角周波数
3. LPF の場合は直流ゲイン, HPF の場合は高域ゲイン

を求めよ。

$$\frac{a}{j\omega b + c}, \quad \frac{j\omega a}{j\omega + b}, \quad \frac{1}{1 + \frac{a}{j\omega b}}$$

練習問題 4



問. 左図の回路について答えよ。ただし、キャパシタ C_2 の容量は考えている小信号に対して十分大きいものとする。(C_1 はそこそこ小さいので無視できない。)

1. 小信号モデル（回路図）を示せ。
2. 複素数で電圧利得 $A_v = \dot{V}_o/\dot{V}_i$ を求めよ。(ふつう電圧利得といえば大きさ ($|A_v|$) のことだが、ここでは複素数のまま (A_v) でいい。)
3. 小信号に対してはハイパス特性、ローパス特性のどちらを有するか答えよ。
4. 中間利得と遮断角周波数を求めよ。

ミニレポート課題 (受付期間: 授業当日〜次回授業の前日)

受付期間外には提出しないこと。（自動処理しています。）

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

練習問題 1' を解け。**すべての式について文章による丁寧な説明を行うこと。**

提出は下記 URL の Google Forms。歪んでいない、開いた時に横倒しになっていない、コントラストが読むに耐えうる **PDF で提出**すること。**手書きを写真撮影する場合はスキャナもしくはスキャナアプリの使用を必須とする。**

https://forms.gle/MpUmErDi6qk8GSUC6